Documents phytosociologiques	N.S.	Vol. XVIII	Camerino	1998

DYNAMIQUE COMPARÉE DES SYSTÈMES FORESTIERS DU CEDRUS ATLANTICA ALGÉRIEN

Kouider MEDIOUNI *
Nassima YAHI *
Jean-Marie GÉHU **

* Enseignants-chercheurs
U.R.B.T./U.S.T.H.B., B.P. 295
ALGER GARE. Algérie
** Professeur à l'Université de Paris V,
Directeur du CRP/CBNBL
Haendries, 59270 BAILLEUL France

RÉSUMÉ

Dans les régions méditerranéennes, la pérennité de la forêt de cèdre pose des problèmes considérables relatifs aux perturbations humaines et naturelles.

Dans ce travail, des mécanismes de succession, de remontée biologique et de régression pyrophytique et nitrophile sont mis en évidence. Il apparaît que dans les forêts méditerranéennes, l'action répétée du feu et les pressions anthropiques favorisent les phénomènes de succession et de substitution des espèces sylvatiques par des pyrophytes de masse à faible diversité biologique. Les remontées biologiques sont toujours acycliques, lentes et traversent des potentialités de résiliation variables.

Mots-clés: Dynamique, Successions, Pyrophilie, Diversité biologique, structure.

SUMMARY

Compared dynamic of forest systems of the algerian Cedrus atlantica.

In Mediterranean regions, the durability of the cedar forest present considerable problems relative to human and natural disturbances.

In this work, prominence is given to mechanisms of succession, biological ascents and pyrophytic and nitrophilous regression. It appears that in mediterranean forests, the repeated action of the fire and the anthropic pressures favour phenomenons of succession and substitution of sylvatic species by mass pyrophyts with low biological diversity. Biological ascents are always uncyclic, slow and go through variable potentialities of rescinding.

Key-words: Dynamic, Successions, Pyrophily, Biological diversity, structure.

I - INTRODUCTION

Le cèdre de l'Atlas occupe, partiellement et inégalement, les massifs forestiers les plus élevés d'Algérie du Nord. Dans une étude préliminaire (YAHI, 1988; MEDIOUNI & YAHI, 1989, 1994) nous avions décrit sur un plan dynamique, une cédraie de la partie orientale du Djurdjura. Elle présente des aspects particuliers du développement de la végétation à cèdre homogène, ou en mélange avec des feuillus.
Différents mécanismes d'évolution de la végétation sont mis en évidence. Dans la série du cèdre, les successions auto ou allogéniques identifiées sont les suivantes:

1-Succession primaire progressive à *Bupleurum spinosum*, *Berberis hispanica*, *Juniperus communis* et *Cedrus atlantica*.
2-Succession primaire à *Scabiosa crenata*, *Juniperus communis* et *Cedrus atlantica*.
3-Succession primaire à *Scabiosa crenata*, *Quercus ilex* et *Cedrus atlantica*.
4-Succession primaire à *Acer obtusatum*, *Cedrus atlantica* et *Quercus faginea*.
5-Succession secondaire pyrophytique à *Ampelodesma mauritanicum*, *Quercus ilex* et *Cedrus atlantica*.
6-Un mécanisme de réinstallation aléatoire du cèdre dans les conditions de faible perturbation du milieu.

Dans le but d'analyses dynamiques synoptiques des cédraies du Djurdjura et de la réalisation d'une typologie des successions déjà rencontrées, nous avons effectué la même opération dans la partie occidentale du Djurdjura (massif du Tigounatine), au cours des printemps 1992 et 1993.
Le présent travail permet de mieux définir la série du cèdre du Djurdjura à travers de nouvelles successions et de nouveaux mécanismes d'installation, de développement et de concurrence entre les espèces.

II - CADRE GÉNÉRAL

Le massif du Tigounatine surplombe le col et la station de Tikjda. Aux tranches altitudinales correspondant à notre zone d'échantillonnage (1300-1870m), le massif reçoit en moyenne entre 1300 et 1550 mm de pluie. Le bioclimat humide variante à hiver froid y est dominant et la saison sèche est de l'ordre de trois mois. Au plan lithologique, les substrats calcaires et gréseux sont les plus fréquents et renferment de place en place des expansions de schistes.
La végétation du massif du Tigounatine est nettement supraméditerranéenne. C'est l'aire sériale du cèdre et localement, celle du pin noir qui réalise la transition entre les étages de végétation supra et mésoméditerranéens.

III - MÉTHODOLOGIE

1- Échantillonnage

Cette étude est réalisée au moyen d'une méthode d'échantillonnage qui consiste à analyser systématiquement tous les éléments structuraux des aires synchroniques de végétation. L'élément structural est une entité biologique édifiée à partir d'agrégats d'espèces organisées. La combinaison de différents agrégats crée dans la même surface, l'unité de végétation hétérogène où l'échantillonnage géométrique classique est inefficace. Cette méthode pallie à l'impossibilité de matérialiser des échantillons homogènes aux plans physionomique, écologique et floristique sur des surfaces correspondant aux aires minimales. L'hétérogénéité est due aux discontinuités rapprochées de la végétation inhérentes aux fortes irrégularités des processus de dégradation. 131 relevés sont effectués, 279 taxons sont recensés.

2- Traitement des données

Les relevés sont traités à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances (BENZECRI *et al.* 1973; BONIN & ROUX, 1978; LEBART *et al.*, 1979) et d'une classification ascendante hiérarchique (LEGENDRE & LEGENDRE, 1984). Les facteurs écologiques sont placés en variables supplémentaires. Les ensembles sont dégagés simultanément par l'Anacor et la SIMCAH. Cette dernière, plus pratique, permet une classification dichotomique en 12 sous-ensembles qui correspondent aux groupements végétaux classiquement conçus avec leur homogénéité floristique et écologique du niveau local ou sectoriel. Ils présentent cependant des discontinuités propres relativement fines qui n'ont pas d'expressions synécologiques mais phytodynamiques. Ces sous-ensembles sont repris par une analyse manuelle plus poussée dans des tableaux de contingence, avec des paramètres à niveau de perception plus fin qui mettent en évidence les unités phytodynamiques à résolution plus précise. Ces paramètres peu traités dans les travaux écologiques classiques, apportent une information remarquable sur l'organisation intrinsèque des unités de végétation. Parmi ces variables, les types biologiques des taxons dominants des éléments structuraux, les interactions entre espèces, leurs aptitudes bioécologiques et dynamogénétiques, leur stratégie de multiplication, etc. Les groupements issus de l'AFC sont homogènes vis à vis des facteurs écologiques exogènes et hétérogènes vis à vis des facteurs endogènes et de leur signification phytodynamique. L'expression de chaque groupement par rapport aux stades phytodynamiques, aux successions et aux séries de végétation est établie par cette dernière méthode.
Les résultats aboutissent à 4 tableaux partiels. Ils mettent en évidence 2 séries de végétation, la série du cèdre et celle mixte du cèdre, pin noir et chêne vert, 6 possibilités de succession et 24 stades phytodynamiques hiérarchisés (cf. Organigramme). Les stades sont définis à partir de la composition floristique, de l'autoécologie des espèces, des structures qui en découlent (combinaisons de types biologiques), des situations évolutives dans les phyllum successionnels et des potentialités dynamiques.

IV - RÉSULTATS

1- Série de végétation du cèdre

La première dichotomie dégagée par l'analyse SIMCAH (Tab. 1) regroupe des états nanochaméphytiques. Ils dérivent de la dégradation pyrophytique et pastorale de la série du cèdre. Dans tous les cas, le feu initie l'évolution régressive.

1.1- Succession régressive nitrophile (Tab. 1)

Elle est composée de cinq stades phytodynamiques. Elle débute par une structure organisée à *Cedrus atlantica* et *Taxus baccata* sur sol profond et aboutit, après action conjuguée des feux d'intensité variable et du parcours constant, aux ermes chaméphytiques à *Asphodelus cerasiferus* et *Bupleurum spinosum*.
Cette succession est pratiquement l'inverse de la 1 observée dans la partie orientale du Djurdjura. Le problème est celui de savoir si elle est cyclique dans les zones prospectées.

- Stade 1.1.1. à *Cedrus atlantica*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*

C'est une vieille cédraie à structure complexe, équilibrée, où la perturbation pastorale est indiquée par la présence de *Juniperus communis* en voie d'extension. Sur 37 espèces présentes, 33 sont forestières. Le recouvrement de la végétation est supérieur à 70%, le substrat stable et le sol profond.

- Stade 1.1.2 à *Cedrus atlantica*, *Ilex aquifolium* et *Ruscus aculeatus*

La structure plus ouverte de ce stade est marquée par l'absence de *Taxus baccata* et l'abondance des rejets d'*Ilex aquifolium* qui dérivent d'une réaction au feu. Elle conditionne une plus grande richesse floristique (46 espèces) dont 10 sont des litho-

nitrophiles. Le recouvrement des affleurements atteint 20%.

- Stade 1.1.3 à *Cedrus atlantica, Crataegus laciniata* et *Juniperus communis*

La présence de *Juniperus communis* peut signifier la dégradation lorsqu'il réoccupe les espaces libérés par les espèces sciaphiles en interaction avec le cèdre. La structure verticale se désorganise et devient discontinue. Il indique la remontée biologique quand il est en extension dans des situations héliophiles. Les cèdres qu'il accueille sont généralement bienvenants sauf quand ils sont broutés auquel cas, ils arborent un port tabulaire et restent nains. Les régénérations isolées du cèdre sont généralement malvenantes.

La distribution horizontale de la végétation est irrégulière et les conditions écologiques variables. Le recouvrement des éléments grossiers varie de 6 à 20%. Ces caractères déterminent une évolution régressive.

- Stade 1.1.4 à *Cratægus laciniata, Berberis hispanica* et *Artemisia atlantica*

Ce stade, plus dégradé, est marqué par une action plus intense du parcours. 41% des espèces sont des lithophiles. *Berberis hispanica* est une rupicole stricte qui édifie des structures isolées sur affleurements à faibles potentialités écologiques. Le sol est squelettique, la tendance à la chasmophilie des espèces s'accroît.

- Stade 1.1.5 à *Asphodelus cerasiferus, Artemisia atlantica* et *Bupleurum spinosum*

Cet état chamaephytique est le dernier stade échantillonné de la succession. Il est dominé par 44% de nitrophiles et des rupicoles. Les structures horizontales et verticales sont irrégulières. Cette hétérogénéité résulte de perturbations endogènes. L'intrication des biotopes induit une richesse floristique considérable, 107 espèces qui tendent à évoluer vers la constitution d'une pelouse herbacée dont la flore sera plus spécialisée, 83% de xérophytes, 12 % de forestières. Les thérophytes sont nombreuses. Le sol est nettement superficiel.

1.2.- Succession régressive pyro-nitrophile xérique (Tab. 2.1)

Cette succession plus xérique que la première n'est représentée que par des stades intermédiaires d'évolution régressive. Les structures équilibrées et finales de régression n'existent pas dans le site échantillonné. Les potentialités écologiques sont faibles et les pyrophytes actives révèlent leur arsenal complet de colonisation spatiale. Les gradients de pyrophilie sont également apparents, depuis la multiplication massale aux résistances indirectes. La pression pastorale est constante. La diversité floristique importante au départ, s'accroît au deuxième stade et régresse ensuite de manière continue pour s'appauvrir avec les conditions écologiques.

- Stade 1.2.1 à *Cedrus atlantica, Quercus ilex* et *Ampelodesma mauritanicum*

Le premier stade post-incendie correspond à un matorral haut à *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex* avec en sous-bois, *Ampelodesma mauritanicum* et *Ruscus aculeatus*. Dans la série du *Cedrus atlantica, Quercus ilex* n'intervient qu'après feu. Il se comporte comme une espèce de substitution dont la fréquence et l'abondance augmentent avec la fréquence du feu. Ce taxon est cependant éliminé par la violence des feux. La richesse floristique importante de ce stade (44 espèces) reflète l'hétérogénéité des conditions biotiques endogènes et la nitrophilie, 34% de taxons nitrophiles dont *Asphodelus cerasiferus* caractérisent cet état.

- Stade 1.2.2. à *Quercus ilex, Juniperus oxycedrus* et *Ruscus aculeatus*

La persistance accentuée des dégradations pyrophytiques et pastorales entraînent une plus grande hétérogénéité floristique (56 espèces répertoriées). L'architecture de la végétation est modifiée: le cèdre est substitué par le chêne vert plus rustique, sous forme de cépées. Les cépées constituées de rejets de souches sont elles même issues de réactions d'arbres incendiés. La strate frutescente est composée de *Ruscus aculeatus* et des pyrophytes: *Calycotome spinosa, Ampelodesma mauritanicum, Daphne gnidium*. Dans ce stade, les affleurements sont plus importants, de 21 à 40%.

- Stade 1.2.3. à *Ouercus ilex, Calycotome spinosa* et *Ampelodesma mauritanicum*

Il correspond à un taillis isomorphe de chêne vert à faible diversité floristique. 22 espèces constituent ce stade dont 40% de lithophiles. Les potentialités dynamiques sont faibles. Le chêne vert persiste dans une distribution horizontale irrégulière qui a tendance à isoler les cépées et réduire leur espace vital. Les espaces inter-cépées sont soit dénudés, soit des pelouses herbacées à faible recouvrement de végétation.

- Stade 1.2.4 à *Erinacea Anthyllis, Catananche coerulea* et *Helianthemum cinereum*

Le quatrième stade, aboutissement subfinal de cette régression pyro-nitrophile, est la disparition totale des phanérophytes structurantes des stades précédents et la dominance d'*Erinacea Anthyllis*, chamaephyte lithophile des calcaires dolomitiques. Cette espèce thermoxérophile occupe plus particulièrement les calcaires dolomitiques qui sont dénudés suite au départ de sol. La réduction de la richesse floristique est considérable. À peine 9 taxons caractérisent ce stade. Le substrat est peu stable et le sol superficiel voire inexistant.

Le stade final correspond à une pelouse à forte périodicité phénologique sur substrat rocheux à fort recouvrement.

1.3- Succession secondaire progressive pyrophytique (Tab. 2.2)

Cette succession est observée sur le versant sud du massif du Tigounatine entre 1300 et 1670 m d'altitude. Elle résulte du regroupement des deux derniers sous-ensembles de la deuxième dichotomie de la SIMCAH. Elle est formée de 4 stades phytodynamiques. Elle met en relief à l'inverse de la précédente, un mécanisme régulier de substitution des pyrophytes par des espèces forestières. Ce phénomène est général en pays méditerranéen quand la phase de remontée biologique des périodes inter-incendies n'est pas perturbée.

Dans cette dition, la succession s'établit au départ sur des sols superficiels et des substrats marneux sujets à des phénomènes de solifluxion. Elle s'achève par une organisation hiérarchique des éléments à cèdre selon un ordre constant, progressif, qui entraîne une pédogénèse active. Les potentialités écologiques sont moyennes à fortes mais toujours variables.

- Stade 1.3.1 intermédiaire inférieur à *Calycotome spinosa, Ampelodesma mauritanicum* et *Genista tricuspidata*

C'est un matorral chaméphytique bas à pyrophytes de masse issues plus de rejets que de semis. Il comporte 24 espèces dont 62% de lithophiles, 16% de pyrophytes et 21% de forestières. Les potentialités dynamogénétiques restent médiocres et le sol superficiel.

Ce premier stade dérivant d'un incendie relativement ancien, sa physionomie est déjà l'expression d'un pouvoir de résilience relativement énergique qui correspond à un état intermédiaire inférieur.

- Stade 1.3.2 intermédiaire moyen à *Quercus ilex, Calycotome spinosa* et *Genista tricuspidata*

Le stade suivant est un taillis à chêne vert plus ou moins dense, qui présente deux faciès, un faciès humide dominé par des lianes (faciès 1.3.2.a) et un plus xérique caractérisé par *Ampelodesma mauritanicum* (faciès 1.3.2.b.). Sa physionomie est mosaïquée. Sa forte diversité floristique résulte de la variabilité de la fréquence et de la violence des incendies. Le chêne vert qui y existe révèle la complexité de l'interprétation des chronoséquences dynamiques des successions pyrophytiques. Sa présence sous forme de taillis démontre son antériorité par rapport à l'incendie. Installé postérieurement,

il aurait eu un développement axial. Ce stade dérive donc d'au moins trois incendies. Le premier qui a fait disparaître le cèdre et favorisé l'installation du *Quercus ilex*. Le deuxième qui a créé le premier taillis et ce dernier. Les rapports avec le premier stade décrit sont plus complexes et ne sont pas linéaires. Le stade à *Calycotome spinosa, Genista tricuspidata* et *Ampelodesma mauritanicum* évoluera transitoirement vers une formation arborée de chêne vert s'il ne subit pas d'autres incendies.

- Faciès 1.3.2.a humide à *Quercus ilex, Calycotome spinosa* et *Clematis flammula*

Il correspond à un taillis bien développé où persistent les pyrophytes: *Calycotome spinosa, Ampelodesma mauritanicum, Genista tricuspidata* et *Daphne gnidium*. Sa particularité par rapport à la structure suivante réside dans le fait qu'il renferme des lianes, *Clematis flammula* et *Smilax aspera*, mésohygrophiles. Cette ambiance est à l'origine des différences floristiques considérables entre les deux faciès décrits. Le recouvrement de la végétation est supérieur à 65%. Le substrat est meuble, semi-fixé par endroits. La profondeur du sol est variable.

- Faciès 1.3.2.b xérique à *Quercus ilex, Ampelodesma mauritanicum* et *Genista tricuspidata*

Ce taillis est moins développé que le précédent. Ses herbacées et ses pyrophytes structurantes sont des lithophiles calcicoles caractéristiques des milieux xériques. Elles sont généralement absentes du faciès précédent. Le recouvrement de la végétation est voisin de 45% et le sol moyennement profond.

- Stade 1.3.3 intermédiaire à *Quercus ilex, Cedrus atlantica* et *Ampelodesma mauritanicum*

Dans ce stade, se développent les semis de cèdre dans les cépées de chêne vert lorsque le parcours n'est pas limitant. Dans cette structure d'innovation, les conditions endogènes sont supérieures à celles des stades précédents. Les facteurs biotiques sont plus actifs. Le sol, bien que discontinu, est plus profond. Le chêne vert crée l'ombre nécessaire aux jeunes cèdres pour supporter la sécheresse estivale des deux premières années de leur développement. Les 53 espèces qui constituent ce stade montrent une concurrence importante entre les pyrophytes 9%, les xérophytes 30%, et les forestières 60%. Sa biomasse palatable et son pouvoir dynamique sont élevés.

- Stade 1.3.4 subfinal à *Cedrus atlantica, Quercus ilex* et *Calycotome spinosa.*

Ce dernier stade observé est considéré comme subfinal. Le cèdre, mésophanérophytique, supplante le chêne vert. Le tapis herbacé est spécialisé, à faibles potentialités pastorales mais fortes indications sylvatiques. Il comporte 36 espèces dont 72% de forestières, 16% de xérophytes et 11% de pyrophytes. La flore subit une sélection biotique du fait de la transformation progressive du milieu. Les pyrophytes les plus compétitives se maintiennent à la périphérie des structures forestières. Le sol est profond et discontinu.

1.4- Succession régressive marno-pyrophytique (Tab. 3.1)

C'est le premier sous-ensemble de la troisième dichotomie dégagée par l'analyse (Ensemble 3). Cette succession décrit la dégradation d'une cédraie après passage d'un feu d'intensité faible mais variable d'une station à une autre. Malgré l'exiguité de l'espace qu'elle occupe: altitude 1400-1490m, exposition Nord, substrat marneux, son amplitude bioécologique est forte. Chacun de ses stades reflète une intensité de feu. Pour cette raison, il serait plus logique de parler de pyroséquence régressive que de succession pyrophytique régressive car d'une part, la temporalité n'intervient pas et d'autre part la remontée biologique se déclenche immédiatement après feu. La succession pyrophytique régressive peut être envisagée suite aux feux répétés d'intensité différente dans le même espace.

- Stade 1.4.1 à *Cedrus atlantica, Daphne laureola* et *Berberis hispanica*

Cette cédraie peu affectée renferme 51 espèces dont 86% de forestières, 10% de xérophytes et 2% de pyrophytes. Les conditions écologiques endogènes restent bonnes. Le recouvrement de la végétation est de 80%. La litière est épaisse et le sol profond.

- Stade à 1.4.2 à *Cedrus atlantica, Crataegus laciniata* et *Crataegus azarolus*

Le cèdre, bienvenant, à distribution hétérogène, persiste sous forme de matorral avec *Crataegus laciniata* et *azarolus* abondants. Les espèces forestières régressent à 78%, les xérophytes s'étendent à 22%. Le recouvrement des éléments grossiers, plus important, varie de 6 à 20%.

- Stade 1.4.3 à *Crataegus laciniata, Calycotome spinosa* et *Genista tricuspidata*

Dans cet état nettement pyrophytique, les nanophanérophytes *Crataegus laciniata, Calycotome spinosa* et *Genista tricuspidata* dominent. Leur importance témoigne de feux plus violents. Le cortège floristique est différent des stades précédents (43 espèces). La diversité floristique s'accroît avec la multiplication des conditions écologiques exo-endogènes.

- Stade 1.4.4 à *Calycotome spinosa, Genista tricuspidata* et *Artemisia atlantica*

C'est le dernier stade identifié pour cette régression et celui qui a subi le feu le plus violent. Seules les pyrophytes subsistent. La diversité floristique diminue considérablement, 16 espèces forestières, 43% de xérophytes et 20% de pyrophytes. Le sol est moins profond, 6 à 10 cm.

1.5- Succession régressive pyrophytique (Tab. 3.2)

Cette succession, plus alticole 1500-1600m, se développe sur substrat massif de calcaire dolomitique. Elle correspond au deuxième sous-ensemble de la troisième dichotomie et décrit un processus de régression du au feu.

- Stade 1.5.1 à *Cedrus atlantica, Ilex aquifolium* et *Taxus baccata*

Ce premier stade correspond à une structure forestière conservée à cèdre dans laquelle se retrouvent des mésophanérophytes à tempérament sciaphile, *Ilex aquifolium* et *Taxus baccata*. L'organisation de la végétation est complexe.

La flore est essentiellement à base d'espèces forestières 92% et de xérophytes 8% (Tab. 3, stade 3.2.1). Le recouvrement de la végétation avoisine 80%, celui des affleurements et des éléments grossiers, 10%. Le sol est profond et les potentialités dynamogénétiques excellentes.

- Stade 1.5.2 à *Cedrus atlantica, Crataegus laciniata* et *Ampelodesma mauritanicum*

Le cèdre, mésophanérophytique persiste à l'état forestier. *Ilex aquifolium* et *Taxus baccata* ont disparu. L'extension progressive de *Berberis hispanica*, rupicole et d'*Ampelodesma mauritanicum*, pyrophyte de masse dans les strates moyennes, rend compte de la transformation du milieu. Elle est confirmée par la régression des espèces forestières 62%, à l'avantage croissant des litho-xérophytes 32% et des pyrophytes 4%. Le recouvrement de la végétation est de 70%.

- Stade 1.5.3 à *Cedrus atlantica, Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*

Ce stade plus dégradé est une structure nettement plus influencée par l'action du feu. C'est un matorral pyrophytique haut à cèdre et chêne vert. *Juniperus oxycedrus, Ruscus aculeatus*, lithophytes et *Ampelodesma mauritanicum* participent abondamment aux strates inférieures et moyennes. La diversité floristique diminue, 48 espèces dont 75% de forestières, 19% de xérophytes et 6% de pyrophytes. Les affleurements s'accroissent, 20% et les potentialités dynamiques régressent.

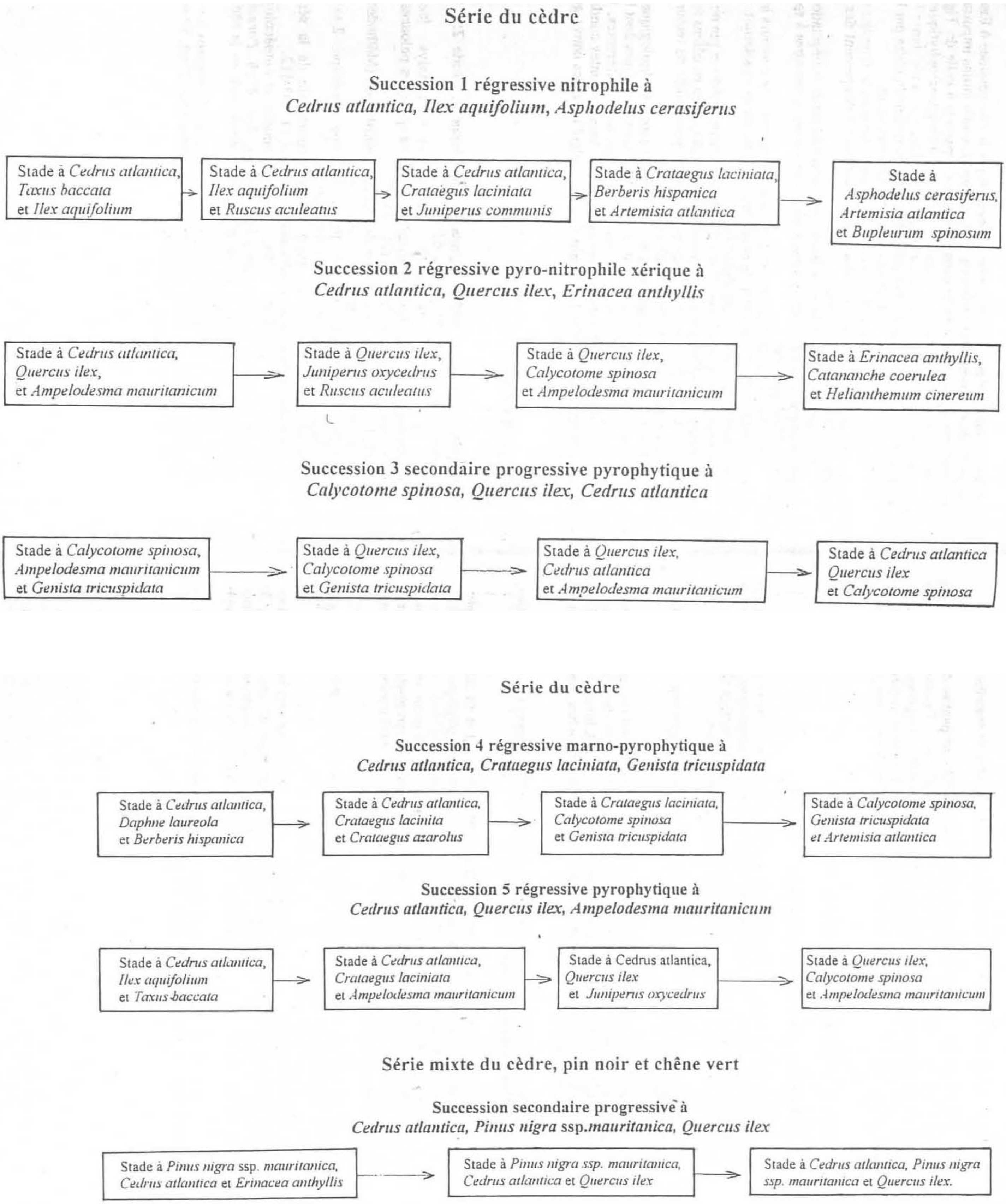

Fig. 1 - Organigramme des stades phytodynamiques identifies.

- Stade 1.5.4 à *Quercus ilex, Calycotome spinosa* et *Ampelodesma mauritanicum*

Dans ce dernier stade de la succession décrite, le cèdre ne peut se développer. Ce stade correspond à un matorral bas à chêne vert et pyrophytes *Calycotome spinosa* et *Ampelodesma mauritanicum*. La diversité floristique est faible (20 espèces) dont 50% de forestières, 30% de xérophytes et 20% de pyrophytes. Le recouvrement des affleurements est de 20%. Les potentialités dynamiques sont faibles à cause des pentes fortes et des sols fersialitiques superficiels.

2- Série mixte du cèdre, pin noir et chêne-vert

2.1- Succession secondaire progressive (Tab. 4)

Cette série occupe la frange dolomitique du contact méso et supra-méditerranéen du Djurdjura. Elle forme une végétation essentiellement pyrophytique dont il émerge une compétition énergique entre ses trois espèces dominantes et leur cortège floristique. Les taxons caractéristiques des trois stades identifiés sont des pyrophytes

2.1.1- Stade intermédiaire 1 mésophanérophytique à *Pinus nigra* ssp. *mauritanica, Cedrus atlantica* et *Erinacea anthyllis*.

Il est caractérisé par la variété endémique du pin noir à l'état mésophanérophytique et le cèdre à l'état de semis. Les espèces qui les accompagnent sont des lithophytes calcicoles 40%, des forestières 56% et des pyrophytes 4%. Le sol, bien que profond, est discontinu. Il laisse apparaître les affleurements rocheux des corniches. Les potentialités dynamiques sont faibles et variables.

2.1.2- Stade intermédiaire 2.1.2 mésophanérophytique à *Pinus nigra* ssp. *mauritanica, Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*

Il se distingue du précédent par la fréquence du chêne vert et du cèdre, nanophanérophytiques. Le pin noir domine toujours à l'état mésophanérophytique. La structure est relativement complexe, la compétition entre ces trois espèces arborées est indélébile. Sous la dominance d'une espèce, les autres sont en latence et occupent immédiatement l'espace libéré. La richesse floristique est bonne, 63 espèces. Les pyrophytes 7% sont en mélange avec les xéro-lithophytes 34% et les forestières 59%. Le sol présente les mêmes caractéristiques que précédemment.

2.1.3- Stade subfinal 2.1.3 mésophanérophytique à *Cedrus atlantica, Pinus nigra* ssp. *mauritanicum* et *Quercus ilex*

Le stade subfinal de cette succession progressive tend lentement vers une situation disclimacique à l'avantage du cèdre. Sa diversité floristique est remarquable, 50 espèces dont 67% de forestières, 31% de xérophytes et 2% de pyrophytes. En dehors des corniches, biotopes refuges du *Pinus nigra*, les potentialités dynamiques sont moyennes.

Le stade final de cette série n'est pas identifié mais pose de manière aiguë les problèmes liés aux modèles hypothétiques des climax.

V - CONCLUSION

L'analyse dynamique du Tigounatine montre la prédominance du feu dans la régression de la forêt de cèdre. Les cinq successions décrites découlent d'une origine ou d'un processus de dynamique pyrophytique. L'analyse synchronique permet de décrire les stades phytodynamiques à partir des observations des états de végétation qui subissent des influences de feu hétérogènes. Le problème des altérations des états par des feux successifs reste cependant posé.

Par rapport à la partie orientale du Djurdjura, les conditions plus xériques, plus stables et plus froides au Tigounatine ne révèlent pas les successions à Erables, Chêne zeen et *Scabiosa crenata* identifiées à Aït-Ouabane. L'action moins importante du feu à Aït-Ouabane n'y a révélé qu'une succession qui s'apparente à celle du Tigounatine au niveau de ses stades terminaux. Dans les structures mésophanérophytiques organisées subissant des feux non violents, seules les espèces sylvatiques à résistance indirecte disparaissent. Par contre, quand le feu est violent, la substitution du cèdre par le chêne vert et ensuite, par les pyrophytes de masse s'effectue uniformément.

L'étude dynamique de la série du cèdre entreprise dans le Djurdjura met en évidence avec précision, la diversité des mécanismes de développement des successions édifiées par cette essence forestière.

Il apparaît, au terme de cette étude, que la dynamique de la végétation à cèdre est complexe de par la diversité des successions des structures nécessaires à ses différentes phases de développement.

Dans le massif du Tigounatine, les incendies répétés et le parcours incessant sont les responsables directs de l'état de dégradation actuel de sa végétation. Sur les cinq successions décrites, quatre sont régressives.

La succession secondaire décrite dans la série mixte à cèdre et pin noir, spécifique au Tigounatine, est quant à elle, progressive en raison des mises en défens installées dans son espace de développement et laisse entrevoir des possibilités de retour à la forêt si cette protection se généralise à l'ensemble du massif.

Les possibilités de régression et d'arrivée par remontée biologique à la cédraie sont nombreuses. Elles sont en général fonction des facteurs exogènes dont la violence et les effets variables provoquent des vitesses de régression différentes. Les facteurs endogènes développent des évolutions progressives toujours lentes conditionnées par l'état régression atteint. Dans la majorité des cas, malgré certaines convergences de stades, les séries sont acycliques.

BIBLIOGRAPHIE

BENZECRI, J.P *et al.* 1973. - L'analyse des données. Tome 2: L'analyse des correspondances. DUNOD, Paris: 619p.

BONIN, G. & ROUX, M., 1978. - Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apenin lucano calabrais. *Oecol Plant.*,13 (2): 121-138.

LEBART, L. *et al.*, 1979. - Traitement des données statistiques. (Méthodes et programmes. DUNOD, Paris: 510p.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P., 1979. - Écologie numérique, 2 vol. Collection d'écologie 13. MASSON, Paris: 197+254 p.

MÉDIOUNI, K. & YAHI, N., 1989. - Étude structurale de la série du cèdre d'Aït-Ouabane (Djurdjura). *Forêt méditerranéenne*, 11: 103-112.

MÉDIOUNI, K. & YAHI, N., 1994. - Phytodynamique et autoécologie du cèdre (*Cedrus atlantica*, Manetti) dans le Djurdjura. *Ann. Rech. Forest. Maroc*, 27 (spécial), Voll, I-XXVI. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas, Ifrane, Maroc, 7-11 Juin 1993.

YAHI, N., 1988. - Contribution à l'étude dynamique des formations à cèdre (*Cedrus atlantica*, Manetti) d'Aït-Ouabane (Djurdjura). Mém. DES. Ecol. Végét., Univ. Sci. Technol. H. Boumédiène, Alger: 90 p.